

---

## desarrollo productivo

# **L**a importancia de la tecnología de la información y la comunicación para las industrias de recursos naturales

Graciela Moguillansky



Santiago de Chile, octubre del 2005

Este documento fue preparado por Graciela Moguillansky, oficial de Asuntos Económicos de la División de Desarrollo Productivo y Empresarial de la CEPAL

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad de la autora y pueden no coincidir con las de la Organización.

La autora agradece la revisión del documento y los comentarios efectuados por Joao Ferraz, gran parte de los cuales fueron incorporados en la segunda parte de éste.

---

Publicación de las Naciones Unidas

ISSN impreso 1020-5179

ISSN electrónico 1680-8754

ISBN: 92-1-322782-5

LC/L.2401-P

Nº de venta: S.05.II.G.148

Copyright © Naciones Unidas, octubre del 2005. Todos los derechos reservados

Impreso en Naciones Unidas, Santiago de Chile

---

La autorización para reproducir total o parcialmente esta obra debe solicitarse al Secretario de la Junta de Publicaciones, Sede de las Naciones Unidas, Nueva York, N. Y. 10017, Estados Unidos. Los Estados miembros y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Sólo se les solicita que mencionen la fuente e informen a las Naciones Unidas de tal reproducción.

## Índice

---

<b>Resumen .....</b>	<b>5</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>7</b>
<b>I. Industrias de recursos naturales: factores clave del éxito competitivo y las TIC .....</b>	<b>9</b>
<b>II. Las TIC en la empresa .....</b>	<b>13</b>
1. Sistemas de planificación de recursos de la empresa .....	14
2. La empresa y la web.....	15
3. La web y los catastros de recursos.....	16
<b>III. Aplicaciones de la TIC a sectores específicos .....</b>	<b>19</b>
1. Aplicaciones en minería.....	19
2. La aplicación en la extracción de petróleo, en las refinerías y en la distribución.....	21
3. En la agricultura y la acuicultura .....	24
4. La tecnología de la información en el sector forestal .....	29
<b>IV. Agenda de investigación .....</b>	<b>31</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>35</b>
<b>Serie desarrollo productivo: números publicados .....</b>	<b>37</b>

## Índice de cuadros y gráficos

Cuadro 1	Industrias de recursos naturales: patrón de competencia y TIC relevantes .....	10
Gráfico 1	Organización de un sistema de información geográfica .....	16
Gráfico 2	Pantalla de acceso a la información en la cual se observa un mapa geológico numerizado .....	17
Gráfico 3	Teleoperación en minería.....	20
Gráfico 4	Ilustración del <i>software</i> de geoestadística, y validación de las simulaciones.....	22
Gráfico 5	Info prod, ejemplo de un sistema de información para las refinerías .....	23
Gráfico 6	Representación esquemática de componentes de un monitor de rendimiento.....	25
Gráfico 7	Mapa de rendimiento de un cultivo de maíz.....	26
Gráfico 8	Soporte tecnológico para la pequeña empresa .....	33

---

## Resumen

---

Si bien la tecnología de la información y la comunicación (TIC) vienen jugando un papel central en nuestras sociedades, es poco lo que se ha estudiado acerca de las transformaciones y consecuencias que su adopción ha inducido sobre el modo de explotación y aprovechamiento de los recursos naturales. Buscando aportar con un grano de arena, en este documento se analiza la incidencia de la TIC en las distintas dimensiones: sobre lo gerencial y organizativo de las empresas orientadas a estos sectores, como sobre los procesos productivos, revisando las transformaciones ocurridas en minería y petróleo, sector agropecuario, acuicultura, y el sector forestal. En alguno de ellos —como el minero o el de hidrocarburos— los desarrollos vienen siendo más complejos, existiendo una clara tendencia hacia la automatización inteligente. En otros sectores las tecnologías son más simples y están al alcance de un mayor número de usuarios, aunque la fuerte heterogeneidad en capital e ingresos de las empresas, hace también que la varianza en el grado de utilización de las tecnologías de la información en América Latina pueda ser muy alta. De aquí surge una primera serie de temas a investigar en una agenda futura, tales como la pertinencia de políticas orientadas a la difusión de la tecnología, la forma de incorporar a la pyme en el proceso, el impacto sobre el empleo, el impacto sobre sectores exportadores, etc.



## Introducción

---

A lo largo de la década de 1990 fue quedando claro el papel central que la tecnología de la información y comunicación (TIC) venía jugando en todos los ámbitos de la sociedad, al punto que las Naciones Unidas convocaron la Cumbre Mundial de la Sociedad de la Información a realizarse en dos etapas: la primera, en noviembre de 2003 en Ginebra; la segunda en noviembre de 2005 en Túnez. En la Conferencia Ministerial Regional Preparatoria de América Latina y el Caribe desarrollada en enero de 2003, el Secretario Ejecutivo de la CEPAL señaló: *El concepto de "sociedad de la información" resume las grandes transformaciones a las que se enfrenta el mundo hoy en día como consecuencia de los nuevos medios disponibles para crear y divulgar información mediante tecnologías digitales y que, más allá de los efectos directos que tiene para la información y las comunicaciones, se ha traducido en nuevas formas de organización social y productiva.*<sup>1</sup>

En la Conferencia Ministerial de junio de 2005, los países de la región reconocen “la máxima importancia que reviste el desarrollo de la sociedad de la información con el fin de fomentar la integración y el desarrollo social, económico y cultural de los países de América Latina y el Caribe” y el compromiso de “crear un entorno propicio para la inversión y la innovación, que fomente la cooperación y las asociaciones regionales entre los sectores público y privado y permita invertir recursos y capital, como corresponda, para ampliar el acceso a

---

<sup>1</sup> Palabras del Doctor José Antonio Ocampo, Secretario Ejecutivo de la Comisión Económica Para América Latina y El Caribe (CEPAL), en la inauguración de la Conferencia Ministerial Regional Preparatoria de América Latina y El Caribe para La Cumbre de la Sociedad de la Información, Bávaro, Punta Cana, República Dominicana 29 de enero de 2003

las TIC y despertar mayor conciencia sobre su potencial en el contexto de la responsabilidad social empresarial”.<sup>2</sup>

Pero cuales son las transformaciones generadas sobre la explotación y aprovechamiento de los recursos naturales, en países donde estas industrias siguen siendo parte importante de la producción y sobre todo de las exportaciones? Buscando responder esta interrogante se analiza la incidencia de las TIC tanto sobre lo gerencial y organizativo de las empresas orientadas a estos sectores, como sobre los procesos productivos, revisando las transformaciones ocurridas en minería y petróleo, sector agropecuario, acuicultura, y el sector forestal.

Se entiende por tecnología de la información, los desarrollos en microelectrónica, computación y telecomunicaciones, los que interactuando de diversas formas, han generado innovaciones en los propios procesos de producción, aumentado la eficiencia en la gestión, en la logística y también en la distribución, es decir, a lo largo de toda la cadena de valor de cualquier actividad económica.

Es en los países industrializados donde la tecnología de la información con aplicaciones específicas a los recursos naturales se fue inicialmente desarrollando. Sin embargo, la búsqueda de mayor eficiencia y reducción de costos en las empresas latinoamericanas, dio origen a la aplicación de las TIC en su gestión, y a la innovación en equipos y procesos. En este sentido, la captura, redirección y la innovación resultante de la aplicación de conocimientos a partir de la tecnología de la información, ha permitido potenciar el desarrollo tecnológico en la explotación de los recursos naturales en América Latina. Para poder analizar este proceso, que no es unidireccional, sino que multidireccional, se presentará una descripción de aplicaciones hoy en uso, asociado a los factores clave de éxito competitivo en estas industrias.

---

<sup>2</sup> Compromiso de Río de Janeiro, 8-10 de junio, Conferencia regional Ministerial de América Latina y el Caribe, Preparatoria para la Segunda Fase de la Cumbre Mundial de la Sociedad de la Información.



## **I. Industrias de recursos naturales: factores clave del éxito competitivo y las TIC**

---

Las TIC deben ser funcionales para el proceso competitivo de las empresas. En este sentido, las firmas son competitivas si son capaces de formular e implementar estrategias que sostengan o amplíen su posición en los mercados, en el segmento de industria donde operan. Para ser competitiva, la estrategia, capacidad y desempeño de la empresa debe ser coherente con el patrón de competencia (PdC) que prevalezca en la actividad donde opere. Patrones de competencia pueden ser definidos como la colección de factores clave para el éxito competitivo requerido en una industria.

Dado el gran número de posibles factores clave competitivos, es necesario organizarlos bajo algún tipo de criterio. Un criterio simple es aquél donde los factores son organizados de acuerdo con la capacidad de la firma para influir en su dirección y evolución. Algunos factores están localizados dentro de las fronteras de la empresa (factores internos), bajo su completo control. Otros (factores estructurales) son específicos a la industria, teniendo un grado de importancia similar para todas las empresas operando en segmentos de mercado similares. En general, las firmas individuales tienen solamente un control limitado o indirecto sobre los factores estructurales. Finalmente, existe una colección de factores competitivos (factores macro) que son asociados a las condiciones de entorno alrededor de la empresa y localizados fuera de la capacidad de ejercer influencia directa. Así, el proceso competitivo tiene un carácter sistémico, determinado no solo por los

esfuerzos de la firma individual como también por la naturaleza de la industria donde opera y por aspectos económicos e institucionales.

Siguiendo los trabajos clásicos de Steindl, Labini, Scherer, Porter and Pavitt, y con base en el artículo de Ferraz, Kupfer y Iooty (2004), es posible definir a las industrias intensivas en recursos naturales, como típicamente productoras de bienes *commodities*, donde prevalece la competencia por costo. Los productos son intrínsecamente poco diferenciados y las firmas competitivas son aquellas capaces de lograr el menor costo unitario y el mayor volumen de producción posible. Para ello tienden a controlar el acceso a los insumos y a desarrollar sistemas de logística eficientes, por lo cual también son capaces de reducir los costos de insumos y de distribución.

Las industrias intensivas en recursos naturales, en general producen bienes intermedios para la industria o el consumo final, a través de procesos productivos de gran escala. La reducción permanente de costos empuja la competencia y, para esto las TIC son muy funcionales. Esta búsqueda de reducción de costos es lograda a través de tres fuentes complementarias: plantas intensivas en capital; acceso preferencial a insumos —materia prima y energía— y la logística de transporte. Como muestra el cuadro 1, al nivel de la firma, las capacidades centrales (*core competences*) son la gestión para adquirir y acceder a tecnologías de proceso, a los insumos, a las redes de transporte y de distribución, para atender grandes clientes preferenciales. La difusión de sistemas de información con base en TIC permite la manipulación de datos y estadísticas de control y provee la base técnica para la coordinación de operaciones de gran escala de producción y distribución.

Cuadro 1

**INDUSTRIAS DE RECURSOS NATURALES: PATRÓN DE COMPETENCIA Y TIC RELEVANTES**

Fuente de ventaja competitiva	Patrón de competencia: factores clave para el éxito competitivo	Tipo de solución TIC relevante
Factores Internos		
Gestión	Control de procesos	Sistemas administrativos ERP
Producción	Flujos en masa y eficiencia energética	Controles de proceso, automatización inteligente, sensores, bancos de datos de rendimientos
Ventas	Acceso a canales de distribución y grandes clientes	Información de mercados, sistemas de ventas por la web, Sistemas integrados de distribución
Innovación	Tecnología de proceso	Sistemas de compras y ventas por la web, Maquinaria que incorpora controles de proceso Automatización inteligente
Factores Estructurales		
Mercado	Estandarización y control	Sistemas de información y medición, trazabilidad
	Precio	Sistemas de información
Configuración de la industria	Acceso a materia prima y logística de transporte	Sistemas de información geográficos e integrados, Bancos de datos con catastro de recursos, modelos de simulación
	Servicios técnicos especializados	Sistemas de información <i>on line</i>

**Fuente:** Basado en Ferraz y otros (2004).

El análisis de la tecnología de la información en los sectores productivos —incluidos los recursos naturales— demanda en primer lugar, identificar su aporte en la gestión de la empresa, donde se han venido desarrollando una serie de plataformas y sistemas de información orientados a aumentar la coordinación, el control, la integración de procesos y otras funciones, lo que en definitiva incide en la eficiencia y productividad de la empresa. Estas plataformas en general

actúan en red, por lo que el desarrollo de la web fuera y dentro de la empresa ha sido fundamental. Además, en los sectores relacionados con la explotación de recursos naturales, la web ha desempeñado funciones específicas, como los catastros de recursos en línea, administrados por organismos públicos y que han sido de extrema utilidad al momento de tomar decisiones por parte de las empresas. Para el desarrollo de estos catastros, se han combinado los desarrollos tecnológicos en áreas de la computación, *software*, comunicación satelital, tecnología de información espacial, sistemas de información geográfica, organización y modelización de datos. Varios de estos instrumentos constituyen la base —en versiones más o menos complejas— de la automatización de procesos productivos, integración y coordinación de funciones, simplificación de tareas en los sectores mineros, petroleros, agropecuarios, forestal, los que serán revisados a continuación.



## II. Las TIC en la empresa

---

En primer lugar se debe reconocer que la tecnología de la información se ha venido difundiendo a lo largo de los últimos 25 años en todas las industrias, por lo que no es una novedad que se aplique también en las empresas relacionadas con los sectores primarios, sobre todo si se considera la enorme reducción de costos que ha tenido en este período las computadoras, las telecomunicaciones y el desarrollo de *softwares*.

En América Latina y el Caribe, gran parte de las empresas exportadoras de *commodities* derivados de recursos naturales son grandes empresas que operan al nivel de eficiencia de sus competidoras en el mercado global. Muchas también se han globalizado, es decir, no participan solo exportando en el mercado internacional, sino que tienen operaciones, funciones y procesos productivos articulados en diversas partes del mundo. Obviamente estas empresas han incorporado la tecnología de la información y la comunicación a su gestión, pero además en algunos casos han impulsado a sus proveedores y al resto de las empresas participantes en la cadena de valor, también a adoptarla.

Como lo señalan Brynjolfsson y Lorin (2000), para lograr la eficiencia con la introducción de las TIC, la firma debió incorporar los computadores como parte de un sistema o *cluster* de cambios organizacionales que se refuerzan mutuamente, lo que significa combinar la nueva tecnología con nuevas prácticas de trabajo, una nueva estrategia, productos y servicios. Debe tenerse en cuenta sin embargo, que estos procesos no son instantáneos, y que el *path dependence*, es decir la historia de la empresa, influye sobre la

velocidad y capacidad para transformarse y operar eficientemente. En este sentido, muchas de las empresas productoras de commodities latinoamericanas debieron deshacerse de prácticas tradicionales para transformar su gestión en base a la tecnología de la información, adoptando primero sistemas de planeación de recursos y posteriormente plataformas integradas que articulan los sistemas de gestión con los de producción y distribución.

## 1. Sistemas de planificación de recursos de la empresa

Una de las transformaciones más difundidas en administración y gerencia son los sistemas de “planificación de recursos de la empresa”, con sus siglas ERP en inglés (León Loredó, 2004). Estos sistemas son aplicaciones empresariales que integran el flujo de la información con la finalidad de que mejoren los procesos de diversas áreas de la organización. Con ello se pretende optimizar los procesos de la empresa; la confiabilidad de acceder a información precisa; el poder compartir en tiempo real información en diferentes áreas; reducir procesos innecesarios; y sobre todo disminuir tiempo y costo. Lo interesante es que estos sistemas, como su nombre lo indica, no alcanzan su máximo nivel de eficiencia, si no son a su vez utilizados por el conjunto de firmas con las que la empresa interactúa. Esto obliga a su difusión a lo largo de la cadena de valor y también en red, por lo que al menos los proveedores y entre ellos muchas pymes, los han incorporado o están en vías de hacerlo. Entre las pymes agrícolas por ejemplo, varias se han visto impulsadas en su uso con el fin de consolidarse en forma ordenada y confiable como proveedores de materias primas para la agroindustria.

Sobre los sistemas de planeación de recursos las empresas han ido incorporando nuevos módulos, tales como la gestión de clientes, apoyo a las fuerzas de venta, gestión de la cadena de abastecimiento,<sup>3</sup> a lo que posteriormente se incluyó sistemas de información específicos a los procesos productivos de cada industria. La articulación de todos estos módulos en un solo sistema dio origen a las plataformas integradas de gestión.

Es interesante ilustrar este punto con una empresa estatal productora de cobre como CODELCO en Chile, primera exportadora mundial del mineral. Esta empresa está desarrollando una solución integrada para su negocio, basada en la tecnología de una de las empresas líderes en el desarrollo de estas plataformas.<sup>4</sup> El sistema de *software* incorpora soluciones para la gestión de la empresa, para administrar las relaciones con los clientes y proveedores, para el manejo financiero, desarrolla los portales de la empresa en la web, articula en línea a 7 000 trabajadores (los que se benefician por tener una plataforma única a la que acceder, conectividad y disponibilidad para interactuar en forma más dinámica) y aporta soluciones específicas para la minería, todo en una única plataforma tecnológica.

Según la empresa, este desarrollo le permitirá alcanzar nuevos niveles de innovación, optimizar los procesos de negocios y mejorar su posición competitiva. Esta transformación se enmarca dentro del plan de negocios de CODELCO, el *Proyecto Común de Empresa*, cuyos ejes estratégicos incluyen el mejoramiento de la gestión a través de un análisis profundo de la organización y su rediseño, el impulso al desarrollo de los actuales yacimientos, la internacionalización de las operaciones y la gestión del conocimiento.

---

<sup>3</sup> La gestión de la cadena de abastecimiento comprende la coordinación, adquisición, programación, producción, inventarios y entrega de productos y servicios a los clientes.

<sup>4</sup> Véase al respecto SAP (2002) CODELCO optimiza su Gestión Corporativa con la Plataforma de *E-Business* mySAP.com. en <http://www50.sap.com/andeanarib/Press/2002/noviembre/codelco.asp>

## 2. La empresa y la web

La web representa un instrumento inigualable para transferir información. De hecho uno de los activos más importantes hoy en una empresa es su capacidad de recibir, manejar y administrar información básica y clave para su negocio. Es por ello que fue tan rápida la tendencia en el mundo a presentar la imagen corporativa de la empresa en la web, realizar marketing, obtener información relevante del mercado, o estar al tanto de los avances de la tecnología en el rubro. En los segmentos de la cadena de valor que vinculan a las empresas con las compras y ventas, la tecnología de Internet permite unir los procesos de negocios de la empresa con los de sus socios comerciales (clientes o proveedores) reduciendo los costos de hacer negocio.

La web incide sobre la articulación de la cadena de valor de los recursos naturales al igual que en otros sectores, sin embargo, dada las especificidades de los mercados pueden encontrarse algunas particularidades. Al respecto es interesante mencionar el uso que recientemente se ha difundido en minería con la inauguración del portal electrónico de adquisiciones QUADREM, el que reúne a las grandes empresas mineras del mundo, incluyendo las que operan América Latina. La existencia de este portal ha permitido por ejemplo que una empresa como la Minera Yanacocha en Perú, se articule a través de la web con cerca de 400 proveedores, los que prácticamente representan la totalidad de empresas vinculadas a la compañía aurífera. La compañía realiza los pedidos electrónicamente a sus proveedores grandes, medianos y pequeños, adquiriendo de esta manera sus equipos pesados, livianos, equipos de planta, suministros mecánicos, combustibles, lubricantes, entre otros muchos productos y servicios. Lo interesante es que para lograr esto, la firma de *software* tuvo que entrenar no solo a los empleados de Yanacocha, sino que a los trabajadores de todas sus proveedoras. Esta iniciativa ha permitido que el nivel tecnológico de todos los proveedores mineros mejore dramáticamente. No sólo ha aumentado el conocimiento de los procesos electrónicos, sino que ahora se siente la necesidad de estar conectados electrónicamente para lograr mejores negocios.

QUADREM,<sup>5</sup> se lanzó al mercado electrónico mundial a mediados del 2000, y en el 2001 se presentó al Perú con el apoyo inicial de Newmont mediante Minera Yanacocha. Desde entonces, gracias a un intenso aprendizaje de las necesidades de las compañías mineras y proveedoras locales, ha afinado sus soluciones electrónicas. La solución del eMarketplace consta de once documentos críticos básicos: el pedido de cotización, la cotización, la orden de compra, la respuesta a la orden de compra, el cambio de la orden de compra, el pedido de información de estado de la orden de compra, la respuesta informativa del estado de la orden de compra, la guía de despacho o remisión, la recepción de bienes y servicios, la factura y el aviso de pago de factura.

La web también resulta un excelente comunicador y difusor de información en las asociaciones gremiales entre empresas. En los países desarrollados, mucha de la información que requiere la empresa para operar en el mercado global es provista a través de la web de las respectivas asociaciones empresariales. La organización y colaboración que existe entre las empresas induce el grado de complejidad de la web, la que puede llegar a cumplir muchas funciones, ahorrar tiempo, costos y jugar un papel muy importante en la toma de decisiones. En estos portales es posible encontrar rápidamente información sobre los mercados de diferentes países, las regulaciones y normas en el mercado interno y en los países de los principales socios comerciales, las certificaciones requeridas en el comercio, las estadísticas del sector por región y empresas, links con las diferentes agrupaciones que conforman la industria, centros de investigación, universidades, centros tecnológicos, instituciones de capacitación, cursos vigentes, etc.

---

<sup>5</sup> Para mayor información véase <http://www.areaminera.com/Contenidos/Noticias/2001/1640.act>

### 3. La web y los catastros de recursos

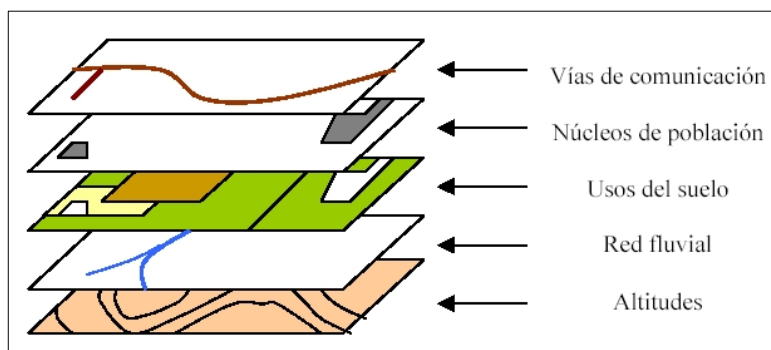
Un servicio sumamente útil para las industrias primarias y que hasta ahora vienen siendo implementados por el sector público es la difusión de información extraída de los catastros de recursos agropecuarios, mineros, forestales, acuícolas, frutícolas, etc. Este es un servicio que beneficia directamente a los usuarios y en especial a las empresas al momento de tomar la decisión de realizar una inversión. Se componen de información gráfica y datos tabulares, los que suelen ser administrados por los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

El SIG es un instrumento fundamental para el manejo de la información y bases de datos de recursos naturales. Este es un sistema de *hardware*, *software*, información espacial y procedimientos computarizados, que permite y facilita el análisis, gestión o representación del espacio. El SIG funciona como una base de datos con información geográfica (datos alfanuméricos), que se encuentra asociada por un identificador común a los objetos gráficos de un mapa digital. De esta forma, señalando un objeto se conocen sus atributos, y a la inversa, preguntando por un registro de la base de datos se puede saber su localización en la cartografía.

Un Sistema de Información Geográfica puede mostrar la información en capas temáticas para realizar análisis multicriterio complejos.

El Sistema de Información Geográfica separa la información en diferentes capas temáticas y las almacena independientemente, permitiendo trabajar con ellas de manera rápida y sencilla, y facilitando al profesional la posibilidad de relacionar la información existente a través de la topología de los objetos, con el fin de generar otra nueva que no podríamos obtener de otra forma.

**Gráfico 1**  
**ORGANIZACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**



Fuente: [http://enciclopedia.us.es/index.php/Usuario:Corso\\_Corso](http://enciclopedia.us.es/index.php/Usuario:Corso_Corso)

Las principales cuestiones que puede resolver un SIG son preguntas por las características de un lugar concreto; el cumplimiento o no de unas condiciones impuestas al sistema; comparación entre situaciones temporales o espaciales distintas de alguna característica; cálculo de rutas óptimas entre dos o más puntos; detección de pautas espaciales y generación de modelos a partir de fenómenos o actuaciones simuladas.

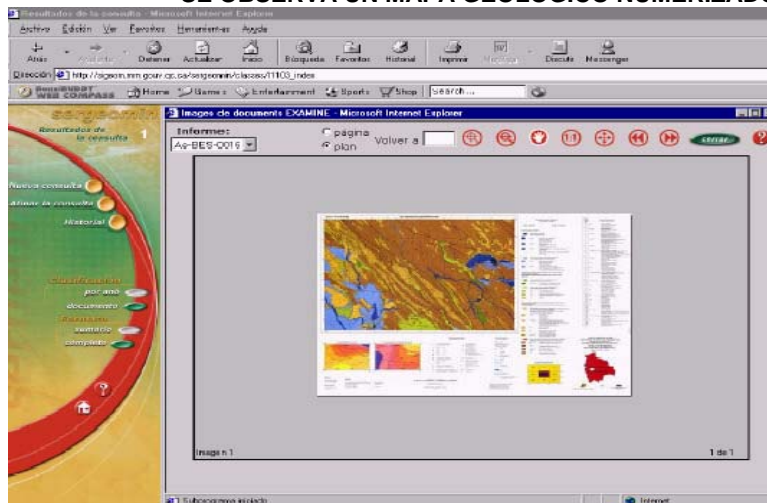
Los campos de aplicación de los Sistemas de Información Geográfica, por ser muy versátiles son muy grandes, pudiéndose utilizar en la mayoría de las actividades con un componente espacial. Este instrumento así es ampliamente usado en minería, en el sector forestal, y en el agropecuario. La profunda revolución que han provocado las nuevas tecnologías de la información y comunicación ha incidido de manera decisiva en su evolución. Una aplicación importante es la que



desarrolló Sergeomin en Bolivia, con la digitalización de la información geológica y la presentación de su web de informes, boletines y mapas (véase gráfico 2)

Gráfico 2

**PANTALLA DE ACCESO A LA INFORMACIÓN EN LA CUAL SE OBSERVA UN MAPA GEOLÓGICO NUMERIZADO**



**Fuente:** (1) Servicio Nacional de Geología y Minería (SERGEOMIN), sergeomi@caoba.entelnet.bo, casilla 2729, La Paz, Bolivia.

Un ejemplo de catastro en línea es el Ciren en Chile. Sus autores sostienen que el desarrollo frutícola y forestal en este país son pruebas de su efectividad, puesto que ambos sectores han basado gran parte de sus decisiones en la información del catastro. El sistema también ha servido al sector público para resolver problemas de importancia nacional, como la sequía y la conservación de los suelos, y para diseñar políticas de desarrollo productivo y de ordenamiento territorial.

Otro ejemplo es el esfuerzo realizado por el Ministerio de la Producción en Perú, con la participación de instituciones públicas y privadas, para elaborar el Catastro Acuícola Nacional. Este es un sistema de información geográfico en el que se podrá ubicar visualmente los recursos hídricos, áreas de terreno otorgadas en concesión, o autorizadas para desarrollar la acuicultura. A ello se suma una base de datos que da a conocer el detalle de las características de la zona, referidas a aspectos batimétricos, limnológicos, productivos, geográficos, vías de comunicación, permitiendo el ordenamiento, promoción y desarrollo de la acuicultura, pudiendo además transformarse en una herramienta para la toma de decisiones del inversionista.



### **III. Aplicaciones de la TIC a sectores específicos**

---

Hasta ahora se ha hecho una revisión de la adopción de la tecnología de la información orientada a mejorar la eficiencia en la gestión de la empresa, a través de un mayor uso de la información, comunicación y coordinación. Estas aplicaciones son genéricas en la medida que han ocurrido en todos los sectores productivos y de servicios. En esta sección en cambio se revisarán las aplicaciones orientadas específicamente a la explotación y producción de recursos naturales, ilustrando con las experiencias de empresas latinoamericanas en cada sector.

#### **1. Aplicaciones en minería**

En la explotación y producción minera, la tecnología de la información y la comunicación ha generado grandes cambios, en algunos casos revolucionarios, marcando un hito en la transformación de la industria.

##### **a) La automatización inteligente**

Uno de esas importantísimas transformaciones es el tránsito de la mecanización de procesos a la automatización inteligente, gracias a la convergencia de la electrónica, la robótica y la mecánica. Como se señala en el Instituto de innovación en Minería y Metalurgia (IM2), filial de investigación de CODELCO, la automatización requiere de la disponibilidad de medios de comunicación rápidos, seguros y confiables para la captura de información (datos, imagen y sonido), su

procesamiento y la generación de acciones. La innovación más sobresaliente en este ámbito es el reemplazo del hombre por la máquina en labores que requerían de gran despliegue de esfuerzo, y que se realizaban en condiciones ambientales sumamente riesgosos. Esto ha ocurrido por ejemplo en la División Andina de CODELCO, donde el trabajo subterráneo fue reemplazado por las consolas de computadores donde los obreros desde fuera de la mina, y gracias a la tecnología *wireless*, operan en forma remota los martillos para golpear la roca subterránea. Esta sustitución no solo ha significado mejores condiciones de trabajo y de salud para los trabajadores y la eliminación de los accidentes en la mina, sino que además menores costos en la infraestructura requerida para su explotación.

La tecnología *wireless* también es usada para evaluar permanentemente las condiciones de trabajo de los inmensos camiones que transportan el material, con la ventaja de informar el momento en que debe realizarse su mantenimiento, evitando así pérdidas por accidentes o por descomposición de la maquinaria. Sin embargo, se señala que aún existe un largo camino para desarrollar la automatización y robotización en todos los procesos productivos mineros, como ocurre en algunas fábricas que funcionan totalmente sin intervención del hombre, las llamadas *Computer Integrated Manufacturing Systems* (CIMS).

**Gráfico 3**  
**TELEOPERACIÓN EN MINERÍA**



**Fuente:** Informativo Mineroenergético 2003; 12(3): 42

## **b) El uso de la plataforma integrada**

Como se ha señalado en una sección anterior, la incorporación de la tecnología de la información en la empresa minera ha permitido coordinar los ámbitos de la operación, de la gestión de información y el área estratégica, uniendo los diferentes sistemas en una plataforma de gestión. Ello ha facilitado el manejo de la operación, evitando las interrupciones de los procesos, las fallas, la inestabilidad, desarrollando cada vez mejores sistemas de control y abaratando costos en la planificación. Para el proceso de operación existen hoy en el mercado soluciones integradas que abarcan desde las fases de exploración, evaluación de recursos, diseño de minado, optimización, planeamiento minero y control de leyes de producción, hasta la reconciliación y balance metalúrgico a lo largo de la línea de producción. Lo relevante de estas soluciones es la integración real de todos los elementos involucrados en la cadena de valor, lo que posibilita una visión global confiable, con los indicadores adecuados que permiten a los ejecutivos tomar decisiones más certeras.

## **c) Sistemas de control experto**

Existen soluciones orientados al control, que permiten planificar, administrar y controlar las operaciones en diversas instalaciones, tanto individuales como en una estructura corporativa. Una experiencia interesante es la desarrollada en la minera Doña Inés de Collahuasi en Chile, con su aplicación del sistema de control experto en su planta concentradora. La finalidad de la

incorporación de esta tecnología fue aumentar la capacidad de tratamiento y obtener una operación más estable y segura. La característica de este proceso, que consta del chancado, molienda y flotación, son las interacciones entre las múltiples variables que intervienen, y la existencia de no linealidades y retardos. Ello lleva a la necesidad de estabilizar y optimizar los procesos por intermedio del desarrollo de sistemas expertos, que usan algoritmos de control automático que comandan la operación de los molinos, el monitoreo permanente de las diferentes variables, y realizan las evaluaciones de emergencia para estabilizar el proceso.

#### **d) Otras aplicaciones**

Junto con estas aplicaciones existen muchísimas más, ya sea para la coordinación de operaciones como específicas a determinadas áreas. Es así como en relación con el mantenimiento de los activos de la empresa, existen tecnologías basadas en la web, que permiten acceder desde cualquier hora y lugar a una fuente de información histórica sobre los equipos y sistemas, para determinar patrones de falla y mejorar los procedimientos y programas de mantenimiento que incrementen su disponibilidad a un costo cada vez menor. A su vez, cualquier funcionario de una planta minera puede disponer de manuales, planos y documentos en forma automática, ahorrando tiempo y recursos considerables. La solución permite a las empresas mineras tener un acceso remoto y sin limitaciones a todos los datos vitales para administrar el ciclo de vida de sus activos, optimizando el intercambio de información y el flujo de trabajo, lo que constituye un factor clave para mejorar su eficiencia operacional e incrementar las ganancias y retorno de la inversión.

Existen *software* especialmente diseñados para la planificación, que permite su aplicación a todos los aspectos geológicos y de planificación minera; estos *software* permiten convertir los complejos datos en información visual que se reflejan en la creación de imágenes interactivas y dinámicas en 3D, facilitando su comprensión y entendimiento. Permiten la estimación de reservas, modelamiento de relevés, levantamiento topográfico. Además, pueden desarrollar completos estudios de factibilidad y de impacto ambiental.

También se han desarrollado sistemas de monitoreo, control y despacho de flotas mineras a rajo abierto: despacho de todos los equipos en tiempo real desplegados en forma gráfica; resumen de estadísticas de tiempo, producción y productividad en tiempo real; edición de registros de eventos mineros recientes; reportes de desempeño de la actividad minera reciente; editor para la configuración de los parámetros de despacho.

En definitiva, la tecnología de la información aplicada a la minería está cambiando completamente el proceso productivo, los requerimientos y la calificación de los trabajadores. El trabajo hoy es menos pesado y riesgoso, pero las actividades en su interior demandan de un permanente estado de alerta en el desarrollo tecnológico y en su incorporación.

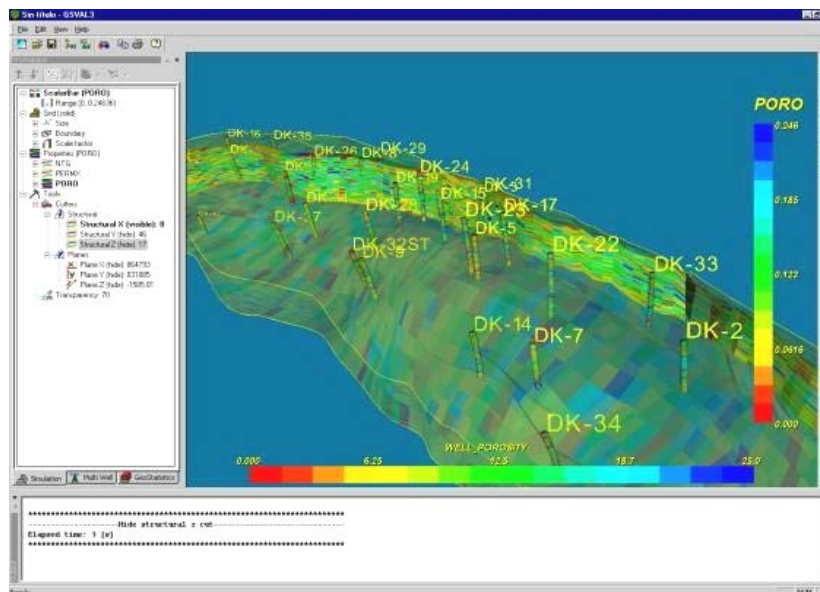
## **2. La aplicación en la extracción de petróleo, en las refinerías y en la distribución**

En América Latina no son pocos los países que tienen una industria petrolera importante, (México, Venezuela, Brasil, Ecuador, Colombia). Dada la importancia de los recursos energéticos para estas economías, en general las empresas petroleras, estatales o privadas, operan en la frontera tecnológica, y no es de extrañar que cuenten no sólo con las plataformas de gestión basadas en la tecnología de la información, sino que además ésta ha venido incorporándose en los procesos productivos —la exploración, explotación y también en la distribución— reduciendo los tiempos y los recursos involucrados.

## a) En el área de extracción de hidrocarburos

La investigación y desarrollo orientada a la extracción de hidrocarburos, requiere la aplicación de herramientas y metodologías matemáticas y computacionales avanzadas para modelar y simular los procesos de extracción. Estas herramientas permitieron el desarrollo de *softwares* para la validación estática y dinámica de los modelos de geoestadística y los de simulación de campos de producción de hidrocarburos (véase gráfico 4).

**Gráfico 4**  
**ILUSTRACIÓN DEL SOFTWARE DE GEOESTADÍSTICA, Y VALIDACIÓN DE LAS SIMULACIONES**



**Fuente:** Numérica Ltda. para el Instituto Colombiano del Petróleo (ICP-ECOPETROL).

El *software* permite realizar una revisión sistemática de las heterogeneidades presentes en el yacimiento, por medio de una arquitectura informática, cuya solidez está fundamentada en la visualización multi-objetos y la extracción personalizada de información orientada a varios procedimientos, los que involucran: el ajuste de las curvas de capacidad de flujo de los pozos productores e inyectores a las escalas empleadas en los modelos geoestadísticos y de simulación, la definición de transmisibilidades por medio de ventanas verticales, la optimización de los escalamientos de propiedades y la preservación de las heterogeneidades de pozo.

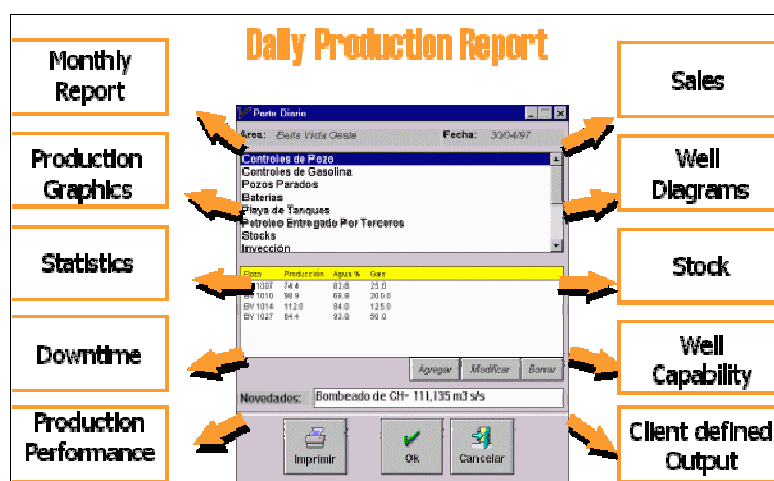
Otra herramienta desarrollada en el Instituto Colombiano del Petróleo es el *Oil Field Intelligence* (OFI), que consiste en la aplicación de las metodologías y algoritmos existentes más sofisticados, a la organización, correlación e interpolación de los datos disponibles en un yacimiento, de manera que se puedan obtener distribuciones continuas en varias dimensiones de una variable a partir de valores discretos correspondientes a los valores de la variable medidos a diferentes profundidades en cada pozo perforado. La aplicación de estadística multivariada, geoestadística y redes neuronales permite la obtención de distribuciones de propiedades petrofísicas con los valores de probabilidad más altos posibles.

## b) En las refinerías

Las refinerías de todo el mundo tienen hoy a su alcance sistemas de información que les facilita el conocimiento y control de los procesos productivos. Sistemas de bases de datos de la producción y de su análisis son utilizados en todas las áreas para monitorear los informes históricos

de producción, el análisis del almacenaje y el diagrama de los pozos individuales. Los datos pueden ser desplegados gráficamente, y los informes pueden ser impresos o vistos en forma tabular. Los datos se exportan a hojas excel y procesadores de texto. El corazón del sistema son los reportes de producción diarios, los que se acumulan en un procesador central del cual se obtienen los informes, gráficos y se generan los diagramas de pozos. Estos programas disponen de una arquitectura abierta que permite una fácil modificación de acuerdo a las necesidades del usuario.

**Gráfico 5**  
**INFO PROD, EJEMPLO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LAS REFINERÍAS**



Fuente: <http://www.infoil.com.ar/productsInfoProd.html>

Este tipo de *software* también es utilizado para obtener información sobre el estado del equipo antes de su mantenimiento, tomando en cuenta una serie de parámetros vinculados a partes y piezas fundamentales del equipo, estos datos son entregados en informes y revisados periódicamente por la persona a cargo de ello; la información a su vez es automáticamente actualizada y analizada.

### c) En el área de la distribución

Una aplicación interesante de mencionar resulta la desarrollada por Repsol-YPF en Argentina, en alianza con una importante consultora de gestión global, quienes en conjunto elaboraron una plataforma de gestión en red, incluyendo a las 1.500 gasolineras abastecidas por la empresa. El sistema permite proyectar las ventas, cambiar electrónicamente modelos de precios y generar órdenes y pagos electrónicamente. Red XXI, como se denominó el sistema, se sustenta en un modelo operativo de gestión, la propuesta de valor para los operadores y un proceso sofisticado de gestión del cambio.<sup>6</sup> El modelo operativo permite transformar la red física de estaciones de servicio en una red virtual intervinculada electrónicamente con 1.500 puntos de venta. Allí se genera la información, cantidad vendida, precios, y otros que es transmitida automáticamente al Sistema de Administración Central. El sistema de logística realiza pronósticos que dan origen a órdenes automáticas de pedidos, y además la web mantiene permanentemente conectados a proveedores, producción, clientes y operadores. Esta plataforma aprovecha todas las ventajas que la información y las comunicaciones generan al simplificar todos los procesos de la cadena de comercialización, compilar y compartir la información y reducir esfuerzos en las tareas administrativas facilitando aquellas que no agregan valor. La tecnología de la información es la base de la integración, automatización y optimización de los procesos del negocio.

<sup>6</sup> Para mayores antecedentes véase : <http://www.it-cenit.org.ar/Seminarios/DerEconDIG2000/material/YPF/>

Por otra parte, la empresa petrolera Petrobras en Brasil, ha venido desarrollando una plataforma de gestión sobre la que intenta optimizar el proceso de documentación de la distribución de sus productos. Para ello, a su sistema de finanzas corporativas SAP le introdujo un *software* que permite automatizar los códigos de barra de los productos para administrar en base a ellos los pedidos, las facturas y el resto de documentos que maneja la empresa. Este procedimiento evita que la distribución desde la refinerías hacia los miles de servicentros se encarezca y sea entorpecido por la impresión de las boletas y facturas.<sup>7</sup>

### 3. En la agricultura y la acuicultura

La tecnología de la información se ha vuelto cada vez más indispensable en el desarrollo de la agricultura moderna, habiéndose constatado que el aumento de los rendimientos no solo depende de la calidad del suelo y el clima, sino que crecientemente de la obtención y utilización de información veraz y oportuna. En el contexto del manejo de un campo, la tecnología de la información creó sistemas orientados a la obtención y digitalización de estadísticas, cuyo análisis reducen el riesgo, mejoran la eficiencia de la toma de decisiones y facilitan la implementación de mejores prácticas. Es por ello que se viene difundiendo el uso de estos sistemas computacionales para capturar y analizar información, lo que entre otras cosas ha permitido desarrollar modelos para la aplicación óptima de pesticidas y fertilizantes, combinando tácticas físicas, biológicas y químicas seguras y ambientalmente compatibles.

La aplicación más evolucionada de estas tecnologías se encuentra en la llamada “agricultura de precisión.” En la hortofruticultura, la precisión también se logra con el uso de distintos tipos de sensores que recogen diferentes parámetros sobre características de las verduras y frutas cosechadas. Por su parte, las normas de calidad en los países Europeos y en los Estados Unidos han introducido la trazabilidad como sistema de gestión, el que resulta imposible de ser implementado sin la tecnología de la información.

#### a) Agricultura de precisión

La “agricultura de precisión” es una de las principales aplicaciones de la tecnología de la información orientada al aumento de la productividad y reducción de costos, y donde la aplicación en América Latina se ha difundido principalmente en la agricultura extensiva (trigo, maíz, soja, girasol). Este tipo de agricultura involucra desarrollos tecnológicos combinados de la maquinaria, la electrónica y la computación. La operación eficiente de la agricultura de precisión depende de la capacidad de procesar la información acerca de la variabilidad de factores tales como el clima, el suelo, topografía, calidad de nutrientes, grado de humedad, y pestes. La generación de información agrícola relevante tiene como objetivo esencial generar la máxima rentabilidad con el mínimo consumo de recursos, lo que hoy se logra con tecnologías de fácil utilización y amigables para el agricultor.

En la Argentina, por ejemplo,<sup>8</sup> los productores de soja manejan mapas de rendimiento, realizan diseño de ensayos de factores de manejo, cruzando la variabilidad natural e inducida en las distintas superficies, obteniendo un manejo de insumos mucho más preciso y eficiente de lo que pueden lograr otros productores y técnicos que carecen de esa información. El monitor de rendimiento (véase gráfico 6), es el equipo indispensable para el cálculo del rendimiento de cada

---

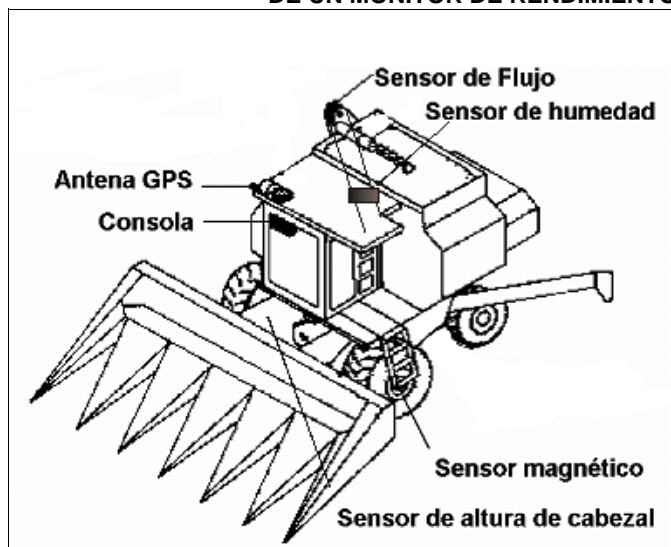
<sup>7</sup> Véase Rochester Hills, MI and Rio de Janeiro, September 17, 2002 y [www.cypress-software.com](http://www.cypress-software.com)

<sup>8</sup> Véase al respecto INTA- Manfredi “Proyecto Agricultura de precisión”, <http://www.agriculturadeprecision.org/> El avance logrado en la Argentina en la adopción y puesta a punto de la tecnología de la cosecha de datos georeferenciados posiciona al país al tope en Sudamérica, en cuanto al aprovechamiento de la herramienta de Agricultura de Precisión.



superficie. Para ello posee una serie de sensores que van instalados en la cosechadora, siendo su objetivo medir y grabar el rendimiento y la humedad del grano a medida que se cosecha el cultivo.

**Gráfico 6**  
**REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE COMPONENTES**  
**DE UN MONITOR DE RENDIMIENTO**



**Fuente:** Bragachini, Méndez, y Scaramuzza "Monitor de Rendimiento y conocimientos de calibración" Proyecto de Agricultura de Precisión, INTA Manfredi.

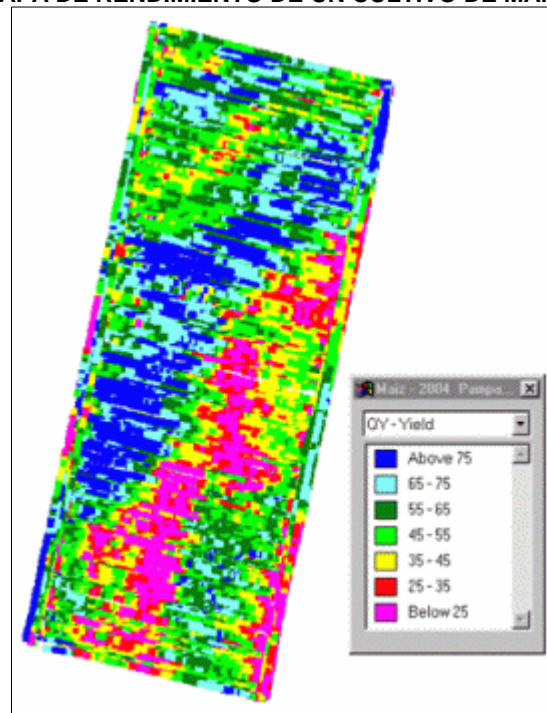
En algunas cosechadoras, los agricultores han adicionado un GPS, permitiendo obtener datos de rendimiento geoposicionados, lo que da origen al mapa de rendimiento.

En el gráfico 7 se puede observar la variabilidad que posee el cultivo de maíz, debido a la génesis del suelo en distintos colores. Zonas de mayores rendimientos (colores azules, suelos profundos y bien desarrollados) y zonas de menores rendimientos (colores rojos que poseen pH alto en superficie, debido a problemas de sodio). Los rendimientos varían desde menores de 25 qq/ha (colores rojos) de maíz a mayores de 75 qq/ha (colores azules).

Si bien la agricultura de precisión en América Latina y el Caribe está relacionada con los cultivos extensivos y es aplicada por los grandes agricultores, cada vez existe una mayor conciencia acerca de la necesidad de su aplicación en campos de tamaño mediano o pequeño. Pero es en los países desarrollados donde más se ha difundido, incluyendo el entrenamiento a las empresas en la utilización de estas tecnologías. Las herramientas más conocidas son los modelos de simulación orientados a la entrega de impactos de distintas decisiones de inversión, junto con sistemas de simulación de la producción agrícola (que entregan los riesgos y efectos sobre la rentabilidad del exceso de salinidad, de la erosión, de la fertilización, acidificación, etc.). A estos sistemas se agregan otros de proyecciones de la estacionalidad climática, que proveen la probabilidad de que alguna estación se atrase o adelante, calculando su efecto en las cosechas; se desarrollan herramientas de caracterización de los suelos, que permiten dar respuestas sobre la naturaleza y causas de la degradación de la tierra y las consecuencias de los manejos alternativos y finalmente se promueven reuniones virtuales a través de Internet para discutir entre agricultores de distintas regiones o países, en tiempo real, la situación de los mercados. La tendencia a la especialización es otra razón que incentiva el uso de la geo-información y de tecnologías modernas para la obtención y modelización de los recursos.

Gráfico 7

**MAPA DE RENDIMIENTO DE UN CULTIVO DE MAÍZ**



**Fuente:** Bragachini, Méndez, y Scaramuzza "Monitor de Rendimiento y conocimientos de calibración" Proyecto de Agricultura de Precisión, INTA Manfredi.

## **b) El manejo de la tecnología de precisión en la fruticultura**

La cada vez mayor competencia en los sectores exportadores de frutas, vienen obligando a las empresas a incorporar prácticas de diferenciación: producción limpia, certificación y una mayor mecanización de procesos como la descarga, lavado, secado y cepillado de la fruta. Por otra parte, la disminución de los costos de los componentes electrónicos y el aumento en el desarrollo de soluciones informáticas, han permitido sobre todo en Europa,<sup>9</sup> crear aplicaciones asociadas a la inspección de calidad. Ello se logra mediante el análisis de diversos parámetros físicos relacionados con la calidad del producto, tales como el aspecto externo; cualidades organolépticas (acidez, dulzor, aroma, textura, jugosidad), aspecto interno, y valor nutricional y sanitario. Las herramientas empleadas son sensores, que poseen diferentes tipos de capacidades: detección de lesiones externas o internas; sensores de firmeza; sensores de aromas, técnicas de visión artificial (mide tamaño, calibre, volumen; forma; color; defectos en la piel). Estas herramientas tienen las ventajas que eliminan el contacto con el producto, se registran todos los productos, no se los destruye y se suprime la mano de obra en la tarea. Algunos países de América Latina, han ido incorporando estas tecnologías vinculadas a los sistemas de "planeación de recursos de la empresa" (ERP) ya mencionados. En este caso, la herramienta comprende toda la cadena de valor de una operación agroindustrial, empezando por los campos, pasando por la producción y las ventas, y llegando hasta el balance y estado de resultados.

La tecnología de la información no solo interviene en la cadena de la fruta fresca, sino que también en una industria como la del vino. En Chile, el acuerdo entre la Universidad Católica y una

<sup>9</sup> Véase Juste F. y E. Moltó (2001) "Les noves tecnologies en l'àmbit agrari" Dossiers Agraris ICEA N 8. <http://www.iecat.net/institutio/societats/ICEstudisAgraris/inici.htm>

empresa de creación de *software* permitió desarrollar un sistema que permite optimizar el proceso de producción, mejorando a la vez la calidad del vino.<sup>10</sup> Se trata de entregar al enólogo herramientas que le otorguen seguridad, flexibilidad y reproducibilidad, al proceso del vino, con el objeto de mantener la calidad de la materia prima y minimizar la incertidumbre respecto del producto final. Este sistema requiere de una serie de datos aportados por el enólogo: fecha óptima de cosecha, si es manual o mecánica, tiempo que puede adelantarse o posponerse, costos y duración de los contratos de la mano de obra, el clima, etc y el programa efectúa simulaciones sobre pérdidas, ganancias y calidad a obtenerse como resultado de las decisiones a tomar. Junto con lo anterior se creó un instrumento (pistola NIR) que mide los azúcares, la acidez y el color de las uvas, pudiendo rastrear las características de varios granos de un mismo racimo, disminuyendo los márgenes de error. Se creó también un sensor de volumen de racimos, el que rodea todo el racimo dentro de una especie de cápsula sin cortar el tallo (antes se seleccionaban sólo granos). Esto permite al usuario saber cómo van creciendo sus uvas y, por sobre todo —gracias a un modelo estadístico— determinar con bastante anticipación los kilos de uva que cosecharán.

### c) La tecnología de la información aplicada a la trazabilidad

A partir de la enfermedad de la vaca loca, en Europa y también en los Estados Unidos se acentuó la preocupación acerca de la seguridad alimentaria y la necesidad de tener un sistema de registro que permita seguir la ruta de un producto, sus materias primas, componentes e información asociada a éste, desde su origen hasta el destino final o viceversa, a través de toda la cadena de producción. A este sistema se lo denominó trazabilidad, fijándose en el año 2002 la norma obligatoria en la Unión Europea para la comercialización de la carne de vacuno. Esa norma se hizo extensiva a partir del 2005 al resto de sectores alimentarios.

La implementación de esta norma se concreta en un sistema de información que generalmente el usuario o consumidor de un producto no ve, pero que se aprecia cuando se quiere saber dónde nació, se crió, sacrificó, envasó y a través de qué medios fue transportado un animal, por ejemplo un ave, un pescado o un ejemplar bovino. También se aplica al mundo frutícola o vitivinícola, donde la trazabilidad en este último caso permite conocer los pasos de todo el proceso de elaboración del vino. Así, el consumidor podrá degustar un *cabernet sauvignon* y saber de qué valle son las uvas, el día de la cosecha, el tiempo de maceración que recibieron, cuánto duró el proceso de fermentación, qué levaduras se aplicaron en éste, cómo y cuándo se envasó el vino y con qué grado alcohólico quedó el brebaje. Obviamente este seguimiento significa disponer de procedimientos automáticos y de herramientas de *software* para almacenar y registrar una enorme cantidad de información.

En Uruguay los ganaderos llevan a cabo un sistema de trazabilidad riguroso sobre el ganado que es utilizado por todos los integrantes de la cadena. El productor para controlar su gestión, el inversor para controlar su inversión y el consumidor para reconstruir el origen de su compra hasta el punto exacto de producción. Los animales que ingresan al sistema portan un chip que periódicamente se asocia a eventos como crecimiento, alimentación y aplicación de medicamentos y otros movimientos, construyendo así una historia que contiene los aspectos trascendentes de la vida del animal. Cuando se compra carne se accede a la información de relevancia para el consumidor como sexo del animal, raza, edad, alimentación y lugar de faena. Adicionalmente se cuenta con la información precisa del lugar de engorde y del productor que lo llevó a cabo. El acceso a esta información puede realizarse desde el kiosco de consulta que existe junto a la góndola del supermercado o puede consultarse en el *restaurant* que se está visitando.

<sup>10</sup> Véase CEVIUC, “Vinificación: desarrollo de tecnologías avanzadas y optimización (FONDEF)” y [http://www.sonda.com/global/home/industrias/agroindustria\\_y\\_vitivinicola/kupay\\_campos/](http://www.sonda.com/global/home/industrias/agroindustria_y_vitivinicola/kupay_campos/)

#### d) Aplicaciones en acuicultura

La acuicultura comercial, actividad que hoy también es cada vez más competitiva, ha pasado a depender de la tecnología de la información para la optimización de los procesos y el aumento de la rentabilidad. Los empresarios pueden encontrar en el mercado un número creciente de programas computacionales para optimizar el crecimiento de los peces a un menor costo, permitiendo a la vez que la planeación operacional se mejore. Al respecto existen soluciones computarizadas para el control de calidad, control de procesos, monitoreo de sitios de cultivo, y plataformas integradas que cumplen múltiples labores, algunas de las cuales ya han sido adquiridas por la grandes empresas del rubro en América Latina. Al respecto Chile, principal exportador de salmón en la región, está siendo objeto de una gran afluencia de “soluciones tecnológicas” para la industria.<sup>11</sup> Al igual en las otras industrias temas como el control de calidad, sistemas de monitoreo, plataformas integradas, son desarrolladas a partir de módulos genéricos a los que se les incorpora soluciones específicas.

En el caso del control de calidad automatizado por ejemplo, se dispone de sistemas ópticos para líneas de producción, capaces de seleccionar piezas defectuosas, aquellas fuera del tamaño requerido u otras aplicaciones como por ejemplo, cantidad de grasa que tiene un filete de salmón, manchas no deseadas, color del mismo y tamaño requerido. Estos sensores de imagen inteligente tienen la capacidad de reemplazar sistemas convencionales de control, se ajustan a través de *software* y tienen salida de datos para conectar a planilla de cálculo y llevar el control estadístico de proceso.

En medición a distancia, existe una variedad de tecnologías y *software* capaces de controlar parámetros relevantes para la acuicultura. Estos sistemas además permiten recolectar información desde puntos remotos, visualizarla en tiempo real y almacenarla en bases de datos para un posterior procesamiento. Además, se puede obtener estadísticas de tiempos de conexión, desconexión, y los valores de las variables críticas que se necesite medir en forma remota. Por otra parte, los *software* realizan representaciones gráficas de los datos, generan modelos matemáticos y simulaciones del comportamiento de las variables críticas, siendo además posible definir procesos de control automático local o remoto.

Una aplicación de estos sistemas en acuicultura, es al monitoreo de sitios de cultivo. El sistema de monitoreo y control de sitios de cultivo, consta de una serie de sensores que son instalados en las balsas jaulas y fondeos. Estos sensores tienen la capacidad de detectar anomalías en los sistemas de fondeos (mayor tensión o presión) información que es transmitida mediante señal inalámbrica a un computador en tierra o avisar a un celular de lo que está ocurriendo bajo el agua. Se puede configurar también para activar una alarma sonora o de señal luminosa cuando una red se ha roto, indicando la jaula en la cual ocurrió el percance. Esta información puede ser transmitida a un PC donde se visualiza el centro de cultivo en la pantalla.

La asociación de empresas salmoneras de Chile junto con Corfo, está implementando un proyecto que justamente incorpora técnicas de percepción remota y tecnologías oceanográficas de última generación para el manejo integral de la salmonicultura. En la actualidad los expertos monitorean con sensores de temperatura, oxígeno, salinidad y clorofila (limpieza, inspección submarina, pruebas de conectividad, calibración, cambio de baterías, etc.). Cabe destacar que las empresas asociadas a SalmonChile reciben semanalmente, en el marco del proyecto, el informe del programa de monitoreo de fitoplancton que, además de los datos generados in situ por los sensores de seis estaciones, incorpora interesantes imágenes satelitales con información de temperatura y concentración de clorofila. Las empresas podrán contar en el futuro con cartas semanales pronosticadas de temperatura ambiental y del mar; perfiles diarios de oxígeno y nutrientes; cartas semanales pronosticadas de oxígeno superficial, perfiles semanales de salinidad, perfiles semanales

---

<sup>11</sup> Véase al respecto Soluciones tecnológicas para la industria del salmón, en <http://www.diariopyme.cl/newtenberg/1695/printer-64310.html>

de clorofila, cartas quincenales de plancton, cartas diarias de corrientes mareas y vientos y cartas semestrales de diversidad de bentos, entre otros. Los impactos derivados más importantes se vinculan a la generación de capacidad de predecir cambios en las condiciones ambientales que afectan la actividad salmonera, la transferencia del modelo ambiental preliminar a otros sectores de la actividad acuícola, la adquisición de tecnología de punta en materias oceanográficas y de percepción remota y la identificación de un conjunto de herramientas que en forma integrada permitirán enfrentar el crecimiento de la actividad hacia la zona sur austral.

Al igual que para los otros sectores, en acuicultura también existen plataformas modulares que permiten el total seguimiento de los movimientos de todas las entradas de productos en el proceso de producción; cálculos extensivos de productividad y rendimiento para optimizar el manejo del rendimiento; descripción del inventario, diseñado para cumplir exigentes requerimientos de procesamiento, ventas y seguimiento; sistema de manejo de alimentación y producción para optimizar las operaciones de cría de peces; integración con equipos de procesamiento para asegurar la información en línea; información de captura completa, status de la cuota, y seguimiento desde el momento en que el pez es capturado.

## **4. La tecnología de la información en el sector forestal**

En el sector forestal la tecnología de la información no solo ha jugado un papel fundamental en el logro de la eficiencia productiva de las empresas, sino que además viene jugando un papel fundamental en la implementación de la política pública, en el monitoreo de los ecosistemas forestales, el control de la seguridad en los bosques y su manejo sustentable.

### **a) El manejo forestal sustentable**

Los gobiernos en la actualidad disponen de varios instrumentos que les permite aumentar la eficiencia en el manejo y cuidado de los bosques y sobre todo en el combate de los grandes incendios. En general estos instrumentos articulan los sistemas de información geográfica (SIG) con los sistemas de posicionamiento global (GPS) y *software* especializados para el análisis de datos. Estas plataformas, permiten analizar desde una consola la situación de un bosque, o la evolución de un incendio. En este último caso, gracias a la información que también capturan sobre el clima y los vientos, pueden simular la forma en que el fuego se dispersa y expande, calcular la longitud de la llama, la liberación de calor, estimar el modelo de propagación del fuego y su intensidad potencial, habiéndose comprobado que en el nivel operacional, los costos del combate de incendios pueden ser reducidos notablemente solo por el hecho de contar con mejores mecanismos para la elaboración de información, empleando poderosas herramientas de análisis espacial. Esto posibilita tomar mejores decisiones, lo que resulta en un uso más eficiente de los recursos, que en el largo plazo contribuye en la reducción de los gastos de combate de incendios forestales. Pero más importante aún resulta la labor preventiva del instrumento, ayudando a desarrollar diferentes estrategias para evitar o crear barreras naturales al fuego.

Otro instrumento fundamental para el manejo y control de los bosques es la fotografía aérea, la que junto con la información básica de campo, permite realizar mapas mostrando la vegetación y árboles nativos, características de los suelos, presencia de arroyos y lagos, la infraestructura y la topografía. Tanto el SIG como el GPS se emplean de forma complementaria para mantener información actualizada del inventario del bosque, análisis de la estabilidad del terreno, permitiendo además realizar estudios de impacto ambiental y análisis y modelización de ecosistemas, obtención de información acerca del bosque, como los datos de calidad del suelo, condiciones topográficas, los límites de los bosques, tipos de árboles, simulaciones del crecimiento, etc.

## **b) La aplicación en las empresas forestales**

Las empresas forestales, sobre todo las grandes compañías, vienen invirtiendo en incorporar tecnologías de información en sus procesos, con el fin de mejorar el control territorial de sus operaciones, aumentar la productividad y rentabilidad de las mismas, y tener una gestión global más eficiente. Conocer el comportamiento y evolución en el tiempo de los terrenos, midiendo sus cambios de extensión y topografía, así como el crecimiento y otras variables en los árboles, son factores de suma importancia para el negocio. Es por ello que las empresas hoy relacionan datos, establecen parámetros de gestión y manejan información cruzada, como variables climáticas, la infraestructura vial, los flujos de transporte, riesgos potenciales etc.

La información requerida por parte de las empresas forestales es obtenida en forma cada vez más exacta por los satélites, los vuelos cartográficos y los Sistemas de Posicionamiento Global (GPS). Este es el principal instrumento en el escenario de digitalización del sector forestal,<sup>12</sup> permitiendo ubicar puntos geográficos estratégicos para las empresas, estableciendo coordenadas de plantaciones, parcelas, rodales e hitos relevantes en el terreno. Toda esa información se usa en la gestión de los patrimonios de las compañías y en la verificación en terreno de faenas como raleos y cosechas. También es útil en la confección de mapas y cartas geográficas, y en situaciones de emergencia como incendios. Los sistemas SIG ya mencionados son también de extrema utilidad al integrar la cartografía con datos georeferenciales, permitiendo manejar simultáneamente la información territorial, productiva, administrativa y comercial, relacionándola en un modelo de información inteligente, clave para el apoyo de control, gestión y toma de decisiones de las empresas.

El otro instrumento importante en labores forestales es la fotografía aérea, permitiendo visualizar en una sola imagen superficies de gran tamaño. Aeronaves dotadas de cámaras fotográficas captan imágenes del terreno que luego son procesadas para corregir los ángulos e inclinaciones de vuelo, obteniendo así una fotografía real del lugar. Para el procesamiento de las imágenes se utiliza un *software* de restitución digital. Una de las limitaciones en el uso de estos instrumentos ha sido la falta de personal especializado para traducir la información.

Como parte de la tecnología digital se desarrolló el hipsómetro electrónico, una especie de cámara digital que almacena datos y permite cuantificar con exactitud la cantidad de madera de los árboles en cada plantación a través del cálculo de sus dimensiones. Gracias a él se reducen los costos de modo importante y se optimiza la cadena productiva, desde la cosecha y carga de camiones hasta el embarque en el puerto, el ingreso de materia prima a los aserraderos y la producción maderera. También de reciente aparición es la Forcípula electrónica, que mide el diámetro de los árboles y almacena datos de análisis de las distintas especies y por sectores, así como información geográfica.

Así, la digitalización del sector forestal es hoy un hecho, y ha permitido a las empresas contar con datos certeros y exactos de sus bosques y patrimonio, en cuanto a características como volumen y superficies. El cambio ha reportado un importante beneficio en las labores que requieren periodicidad operacional, como el monitoreo y control de faenas, las cuales hoy no se conciben sin el apoyo de fotografías aéreas y de información georeferenciada en bases de datos y equipos digitales. Esto, les permite a las compañías aprovechar mejor sus recursos y maximizar la rentabilidad de los mismos. Adicionalmente, las habilita para presentar mejores soluciones a exigencias medioambientales, como son los estudios de impacto ambiental, los planes de manejo, la conservación del bosque nativo y la optimización en el trazado y construcción de caminos.

---

<sup>12</sup> Véase Revista Lignum N° 70, Marzo 2004.

## IV. Agenda de investigación

---

En este artículo se describe muy brevemente el papel que la tecnología de la información ha tenido en el proceso de modernización de las industrias ligadas a los recursos naturales. En función de ello se han presentado las características de la tecnología incorporada, tanto respecto de la gestión de la firma, como del mejoramiento de la eficiencia en los procesos productivos, en cada uno de los sectores primarios: minería, hidrocarburos, agricultura, acuicultura y forestal. En alguno de ellos —como el minero o el de hidrocarburos— los desarrollos vienen siendo más complejos, existiendo una clara tendencia hacia la automatización inteligente. En otros sectores las tecnologías son más simples y están al alcance de un mayor número de usuarios, aunque la fuerte heterogeneidad en capital e ingresos de las empresas, hace también que la varianza en el grado de utilización de las tecnologías de la información en América Latina pueda ser muy alta. De aquí surge una primera serie de temas a investigar en una agenda futura:

Se considera el **grado de difusión** de la tecnología de la información, cabe preguntarse si existe el mismo grado de adopción de las TIC entre sectores y entre países. Si la respuesta es negativa, ¿cuánto está afectando ello la productividad y competitividad de cada sector en cada país? Por otra parte, cabe preguntarse cuáles son los impulsores (*drivers*) del proceso de incorporación de las TIC en los diferentes sectores primarios latinoamericanos, y qué papel juega al respecto la política pública. Existe una política de difusión orientada específicamente a las industrias de extracción o producción de recursos naturales? O es el sector privado y entre éstas las grandes empresas las que lideran el proceso. Si esto es así que implicancias tiene respecto a la brecha digital respecto de la pequeña y mediana empresa.

En los años ochenta y hasta bien pasados los años noventa, en la literatura económica se podía encontrar una serie de estudios orientados a **medir la productividad** en la economía y en las distintas industrias, derivada de la incorporación en la tecnología de la información y la computación —véase al respecto el resumen de la literatura efectuado por Brynjolfsson y Yang (1996) y Wilson (1995)— En ese entonces, los resultados de las múltiples metodologías no eran concluyentes. Sin embargo, hoy nadie cuestiona el efecto significativo de las TIC en la productividad de la industria norteamericana. Detrás de este proceso en parte está el fenómeno del *path dependence* y del aprendizaje evolutivo. No cabe duda que la tecnología de la información rompe con los modelos antiguos de gestión, los trabajadores deben aprender a hacer las cosas de una nueva forma y ello no se consigue en el corto plazo, lo mismo en relación a los procesos productivos, que en un sentido se simplifican y en otro se hacen más complejos, comienzan a usarse modelos matemáticos por ejemplo, debido a que es mayor el número de variables y de información a ser procesada.

Si se considera que la incorporación de la tecnología de la información a la empresa requiere de un entrenamiento, adaptación y en cierto sentido un cambio en la cultura laboral: ¿cómo se ha vivido este proceso en las empresas de los diferentes sectores productivos que las han adoptado? Las plataformas y sistemas de información desarrolladas en todos los sectores se han orientado a mejorar la eficiencia y productividad, eficiencia y rentabilidad. ¿En que plazo éste puede ser evaluado en la región? Es interesante considerar al respecto un estudio multidisciplinario realizado sobre agricultura de precisión en la rotación maíz/soja en Illinois (véase Bullock y otros 2003) que determina que las decisiones de manejo óptimas para un determinado sector del lote no sólo dependen de la ubicación y características físicas sino también dependen del conocimiento que tiene el productor de esas características y de la capacidad del productor de utilizar esa información y conocimiento, y que el beneficio se obtiene sólo cuando se poseen las dos simultáneamente. Es decir, no es solo la incorporación de las TIC el problema, sino que el saber utilizarlas. Ello demanda formación y capacitación en los diferentes niveles de trabajadores y profesionales, por lo que surge la pregunta si existe la infraestructura educacional y de capacitación en América Latina adecuada para ello, y seguidamente, qué papel juega la política pública y las asociaciones empresariales al respecto.

La tecnología de la información aplicada a la gestión y a los procesos productivos, **racionaliza el uso y desplaza mano de obra de la empresa**. Obviamente esto incide en el mercado de trabajo, por lo que es legítimo preguntarse cuáles han sido las consecuencias sobre este mercado en América Latina y el Caribe. Las tendencias apuntan a la continuidad del proceso de modernización y de disminución del número de trabajadores. Esta tendencia al desplazamiento de mano de obra en los sectores productivos tiene una consecuencia macroeconómica clara, que es la menor elasticidad empleo-crecimiento, a menos que la mano de obra desplazada sea absorbida por una mayor aceleración del crecimiento en sectores de servicios. Dado que la tecnología de la información ha penetrado también rápidamente en estos, cuál es el resultado final?

Sabemos que en América Latina y el Caribe persiste la heterogeneidad de la estructura productiva, la que se manifiesta también en los sectores primarios, y sobre todo en la agricultura. Esto lleva a la pregunta si las TIC son igualmente relevantes para la gran o la pequeña empresa, en qué medida esta última requeriría de plataformas especiales, y si éstas se están desarrollando en América Latina y el Caribe. En Chile por ejemplo, existen instrumentos de financiamiento para la incorporación de nueva tecnología o para la innovación, que están siendo orientados regional y sectorialmente, sobre todo en las cadenas de exportación de recursos naturales (véase CORFO, [www.corfo.cl](http://www.corfo.cl)).

Se ha visto que las nuevas normas de seguridad alimentaria en Europa y en los Estados Unidos obliga a realizar la trazabilidad en los productos. Existen empresas en los sectores

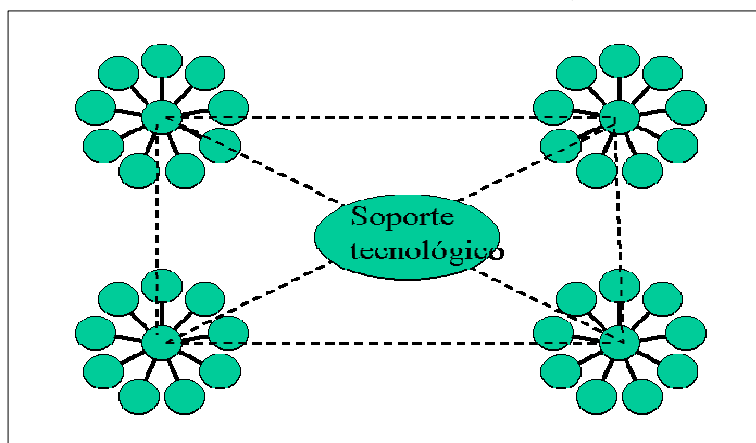


agrícolas, acuícolas y en la agroindustria que basados en la tecnología de la información están desarrollando los *software* para cumplir con esta norma. Pero que pasa con la pequeña y mediana empresa, se está incorporando a este proceso? ¿Qué papel juega la gran empresa en esta incorporación? ¿Por otra parte, cuál es el rol de la política pública?

Teniendo en cuenta que el liderazgo en la incorporación de los avances de la tecnología de información está en la gran empresa, y que en algunos sectores éstas juegan un papel dominante en la dinámica del mismo, es interesante estudiar el papel de las TIC en el **upgrading, especialmente de las pymes** ligadas a dichas cadenas de valor. Si los procesos automatizados resultan extremadamente caros en relación a las ventas de las pequeñas firmas. ¿En qué medida estos obstáculos se han venido obviando a través de la asociación (el gráfico 8 es un ejemplo) para enfrentar en grupo ciertos costos y obtener los beneficios de la nueva tecnología?. ¿Qué instituciones han sido facilitadoras en esta tarea en los diferentes sectores y países?

Por último es importante señalar que si bien los productos de exportación en las industrias de recursos naturales son commodities, es cierto que a lo largo de los últimos años se ha venido desarrollando en algunos sectores una cierta **diferenciación**, la que se deriva ya sea de transformaciones provenientes de la biotecnología o la biogenética —innovaciones en productos— o bien derivadas de mejoramiento en procesos, producción limpia, eliminación de pesticidas, usos de fertilizantes orgánicos, etc. La tecnología de la información no ha estado ajena a estos procesos, por lo que cabría estudiar cuál ha sido su aporte real en los diferentes sectores y países.

Gráfico 8  
SOPORTE TECNOLÓGICO PARA LA PEQUEÑA EMPRESA



Fuente: Elaboración propia.



## Bibliografía

---

- Alhainen, V. P. Haavisto, and S. Piekkari (1997), "Agronet services on the Internet", MTT, Jokioinen, ISBN 951-729-493-X.
- Allen, T and M. Scott Morton (1994), *Information Technology and the Corporation of the 1990s*, Oxford University Press.
- Blackmore, B. S (2000), "Using information technology to improve crop management" The Centre for precision farming, *The Royal veterinary and agricultural university*, Denmark, [www.cpf.kvl.dk](http://www.cpf.kvl.dk).
- Bragachini, Méndez, y Scaramuzza (2005), "Monitor de Rendimiento y conocimientos de calibración" Proyecto de Agricultura de Precisión, INTA Manfredi.
- Brynjolfsson E. y L. Hitt (1998), *Information Technology and Organizational Design: Evidence from Micro Data*, MIT, Sloan School of Management.
- (Fall 2000), "Beyond Computation: Information Technology, Organizational Transformation and Business Performance" *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 14, No. 4.
- Brynjolfsson, E. y S. Yang (1996), "Information Technology and Productivity: A Review of the Literature", *Advances in Computers*, Academic Press, Vol. 43.
- Bullock D.G., D.S. Bullock, G. Bollero y M. Ruffo (2003), "Agricultura de precisión: Necesitamos algo más que tecnología" University of Illinois, Urbana, IL 61801 septiembre.
- Caridad J.M. & M. Talbot (1996), "Expert systems in Agriculture", Congress in ICT applications in agriculture, Wageningen, Junio.
- Ferraz, J.C, D. Kupfer, y M. Iootty, (2004), "Competitividad Industrial en Brasil 10 años después de la liberalización, *Revista de la CEPAL*, 82, abril.
- Greer, J. D. (1993), "The view from above: an overview of GPS and remote sensing options" *Journal of Forest.*, 91.
- Hellström, C. (1993), "GPS/GIS forestry applications in Sweden - experiences and possibilities". *Skog Forsk Results* No. 5. <http://ebusiness.mit.edu/erik/ITandBusinessvalue.html>

- Information and Communication Technology in Aquaculture (1998), Workshops for the "Maritime Information Society" organised in Genoa, Bilbao and Sassnitz.
- Informativo Mineroenergético (2003).
- INTA- Manfredi "Proyecto Agricultura de precision", <http://www.agriculturadeprecision.org/>
- Juste F. y E. Moltó (2001), "Les noves tecnologies en l'ambit agrari" Dossiers Agraris ICEA N° 8. <http://www.iecat.net/institucio/societats/ICEstudisAgraris/inici.htm>
- León Loredó (2004), "ERP: su presencia en Latinoamérica" en <http://www.degerencia.com>
- Mendoza, M. y J.A. Alvarez de Toledo (2001), "E-Business e Internet en la Empresa Chilena", *Revista Economía & Administración Universidad de Chile*, dic-enero.
- Normand Champigny (2003), "Los retos tecnológicos de la minería" Informativo Mineroenergético 2003.
- Ocampo, J.A. (2003), Conferencia Ministerial Regional Preparatoria de América Latina y El Caribe para La Cumbre de la Sociedad de la Información, Bávaro, Punta Cana, República Dominicana 29 de enero, [www.eclac.cl](http://www.eclac.cl).
- Ramos C. (2004), "Datos y control más que conocimiento y colaboración: las TIC en la empresa chilena" Universidad Alberto Hurtado, Departamento de Ciencias Sociales.
- Revista Lignum (2004), N° 70, marzo.
- SAP (2002), CODELCO optimiza su Gestión Corporativa con la Plataforma de E-Business mySAP.com. en <http://www50.sap.com/andeanarib/Press/2002/noviembre/codelco.asp>
- Servicio Nacional de Geología y Minería (SERGEOMIN), [sergeomi@caoba.entelnet.bo](mailto:sergeomi@caoba.entelnet.bo), casilla 2729, La Paz, Bolivia.
- Wilson, Diane. D. (1995), "IT Investment and Its Productivity Effects: An Organizational Sociologist's Perspective on Directions for Future Research." *Economics of Innovation and New Technology*, Vol. 3.



Serie

CEPAL

desarrollo productivo

## NÚMEROS PUBLICADOS

Algunos títulos de años anteriores se encuentran disponibles

119. La dinámica de oferta y demanda de competencias en un sector basado en el conocimiento en Argentina, Red de reestructuración y competitividad, (LC/L.1696-P) N° de venta S.02.II.G.8 (US\$10.00) 2002. [www](#)
120. Innovación tecnológica y perfeccionamiento de las pequeñas y medianas empresas en la República Federal de Alemania: Incentivos y financiamiento, Jörg Meyer-Stamer y Frank Wältring, Red de reestructuración y competitividad (LC/L.1709-P) N° de venta S.02.II.G.16 (US\$10.00) 2002. [www](#)
121. Microfinanzas en países pequeños de América Latina: Bolivia, Ecuador y El Salvador, Francesco Biciato, Laura Foschi, Elisabetta Bottato y Filippo Ivardi Ganapini, Red de reestructuración y competitividad (LC/L.1710-P) N° de venta S.02.II.G.17 (US\$10.00) 2002. [www](#)
122. Acceso a tecnología después de las reformas estructurales: la experiencia de las pequeñas y medianas empresas en Brasil, Chile y México, Marco Dini, Red de reestructuración y competitividad (LC/L.1738-P), N° de venta S.02.II.G.50 (US\$10.00) 2002. [www](#)
123. Pequeñas y medianas empresas industriales y política tecnológica: el caso mexicano de las tres últimas década, Mauricio de Maria y Campos, Red de reestructuración y competitividad (LC/L.1743-P), N° de venta S.02.II.G.55 (US\$10.00) 2002. [www](#)
124. Fatores de competitividade e barreiras ao crescimento no pólo de biotecnologia de Belo Horizonte, Pablo Fajnzylber, Red de reestructuración y competitividad (LC/L.1754-P), N° de venta S.02.II.G.66 (US\$10.00) 2002. [www](#)
125. Adquisición de tecnología, aprendizaje y ambiente institucional en las PYME: el sector de las artes gráficas en México, Marco Dini, Juan Manuel Corona y Marco A. Jaso Sánchez, Red de reestructuración y competitividad (LC/L.1755-P), N° de venta S.02.II.G.67 (US\$10.00) 2002. [www](#)
126. Las PYME y los sistemas de apoyo a la innovación tecnológica en Chile, Marcelo Monsalves, Red de reestructuración y competitividad (LC/L.1756-P), N° de venta S.02.II.G.68 (US\$10.00) 2002. [www](#)
127. As políticas de apoio à geração e difusão de tecnologias para as pequenas e médias empresas no Brasil, Marisa dos Reis Botelho y Maurício Mendonça, Red de reestructuración y competitividad (LC/L.1757-P), N° de venta S.02.II.G.69 (US\$10.00) 2002. [www](#)
128. El acceso de los indígenas a la tierra en los ordenamientos jurídicos de América Latina: un estudio de casos, José Aylwin, Volumen I, Red de desarrollo agropecuario (LC/L.1767-P), S.02.II.G.81 (US\$10.00), 2002 y Volumen II, José Aylwin, Red de desarrollo agropecuario (LC/L.1767/Add.1-P), N° de venta S.02.II.G.82 (US\$10.00) 2002. [www](#)
129. Structural reforms, technological gaps and economic development. A Latin American perspective, Mario Cimoli and Jorge Katz, Restructuring and competitiveness network (LC/L.1775-P), Sales N° E.02.II.G.89 (US\$ 10.00) 2002. [www](#)
130. Business development service centres in Italy. An empirical analysis of three regional experiences, Emilia Romagna, Lombardia and Veneto, Carlo Pietrobelli and Roberta Rabbelloti, Restructuring and Competitiveness Network (LC/L.1781-P), Sales N° E.02.II.G.96 (US\$ 10.00) 2002. [www](#)
131. Hacia una educación permanente en Chile, María Etienne Irigoin, Red de reestructuración y competitividad (LC/L.1783-P), N° de venta S.02.II.G.98 (US\$10.00) 2002. [www](#)
132. Job losses, multinationals and globalization: the anatomy of disempowerment, Beverley Carlson, Restructuring and Competitiveness Network (LC/L.1807-P), Sales No. E.02.II.G.118 (US\$ 100.00) 2002. [www](#)
133. Toward a conceptual framework and public policy agenda for the Information Society in Latin America and the Caribbean, Martin Hilbert and Jorge Katz, Restructuring and Competitiveness Network (LC/L.1801-P), Sales No. E.02.II.G.114 (US\$10.00) 2002. [www](#)
134. El conglomerado del azúcar del Valle del Cauca, Colombia, Centro Nacional de Productividad (CNP) Colombia, Red de Reestructuración y Competitividad (LC/L.1815-P), N° de venta S.02.II.G.129 (US\$ 10.00) 2002. [www](#)
135. Las prácticas de herencia de tierras agrícolas: ¿una razón más para el éxodo de la juventud?, Martine Dirven, Red de desarrollo agropecuario (LC/L.1837-P), N° de venta S.02.II.G.143 (US\$10.00), 2002. [www](#)

136. Análisis de la política de fomento a las pequeñas y medianas empresas en Chile, Marco Dini y Giovanni Stumpo, Red de reestructuración y competitividad (LC/L.1838-P), N° de venta S.02.II.G.144 (US\$10.00) 2002. [www](#)
137. Estratégias corporativas e de internalização de grandes empresas na América Latina, Germano Mendes de Paula, Red de reestructuración y competitividad (LC/L.1850-P), N° de venta P.03.II-G.18 (US\$ 10.00) 2003. [www](#)
138. Cooperação e competitividade na indústria de *software* de Blumenau, Néstor Bercovich y Charles Swanke, Red de reestructuración y competitividad (LC/L.1886-P), N° de venta P.03.II.G.96 (US\$ 10.00) 2003. [www](#)
139. La competitividad agroalimentaria de los países de América Central y el Caribe en una perspectiva de liberalización comercial, Mônica Rodrigues y Miguel Torres, Red de desarrollo agropecuario (LC/L.1867-P), N° de venta S.03.II.G.37 (US\$10.00), 2003. [www](#)
140. Políticas para el fomento de los sectores productivos en Centroamérica, Eduardo Alonso, Red de reestructuración y competitividad (LC/L.1926-P), N° de venta S.03.II.G.83 (US\$10.00), 2003.
141. Illusory competitiveness: The Apparel Assembly Model of the Caribbean Basin, Michael Mortimore, Investments and Corporate Strategies Network (LC/L.1931-P), Sales No. E.03.II.G.89 (US\$10.00), 2003. [www](#)
142. Política de competencia en América Latina, Marcelo Celani y Leonardo Stanley, Red de reestructuración y competitividad (LC/L.1943-P), N° de venta S.03.II.G.102 (US\$10.00), 2003. [www](#)
143. La competitividad de la agricultura y de la industria alimentaria en el Mercosur y la Unión Europea en una perspectiva de liberalización comercial, Nanno Mulder, Mônica Rodrigues, Alexandre Vialou, Marta Castilho, y M. Beatriz de A. David, Red de desarrollo agropecuario (LC/L.2014-P), N° de venta S.03.II.G.180 (US\$10.00), 2003. [www](#)
144. Pobreza rural y agrícola: entre los activos, las oportunidades y las políticas —una mirada hacia Chile—, Claus Köbrich, Liliana Villanueva y Martine Dirven, Red de desarrollo agropecuario (LC/L.2060-P), N° de venta S.04.II.G.4 (US\$10.00), 2004. [www](#)
145. Formación y desarrollo de un cluster globalizado: el caso de la industria del salmón en Chile, Cecilia Montero, Red de reestructuración y competitividad (LC/L.2061-P), N° de venta S.04.II.G.5 (US\$10.00), 2004. [www](#)
146. Alcanzando las metas del milenio: una mirada hacia la pobreza rural y agrícola, Martine Dirven, Red de desarrollo agropecuario (LC/L.2062-P), N° de venta S.04.II.G.6 (US\$10.00), 2004. [www](#)
147. Tratados de libre comercio y desafíos competitivos para Chile: la extensión de la ISO 9000, Alicia Gariazzo, Red de reestructuración y competitividad (LC/L.2068-P) N° de venta S.04.II.G.11 (US\$10.00), 2004. [www](#)
148. Observatorio de empleo y dinámica empresarial en Argentina, Victoria Castillo, Sofía Rojo Brizuela, Elisabet Ferlan, Diego Schleser, Agustín Filippo, Giovanni Stumpo, Ximena Mazorra y Gabriel Yoguel, Red de reestructuración y competitividad (LC/L.2072-P), N° de venta S.04.II.G.15 (US\$10.00), 2004. [www](#)
149. Capacitación laboral para las pyme: una mirada a los programas de formación para jóvenes en Chile, Roberto Poblete Melis Red de reestructuración y competitividad (LC/L.2076-P), N° de venta S.04.G.19 (US\$10.00), 2004. [www](#)
150. El microcrédito como componente de una política de desarrollo local: el caso del Centro de Apoyo a la Microempresa (CAM), en la Ciudad de Buenos Aires, Néstor Bercovich, Red de reestructuración y competitividad (LC/L.2103-P), N° de venta S.04.II.G.41 (US\$10.00), 2004. [www](#)
151. La inversión extranjera directa en República Dominicana y su impacto sobre la competitividad de sus exportaciones, Sebastián Vergara, Red de reestructuración y competitividad (LC/L.2120-P), N° de venta S.04.II.G.47 (US\$10.00), 2004. [www](#)
152. Políticas públicas y la agricultura latinoamericana en la década del 2000, Pedro Tejo, Red de desarrollo agropecuario (LC/L.2121-P), N° de venta S.04.II.G.50 (US\$10.00), 2004. [www](#)
153. Salud y seguridad en el trabajo y el papel de la formación en México (con referencia a la industria azucarera), Leonard Mertens y Mónica Falcón, (LC/L.2130-P), N° de venta S.04.II.G.58 (US\$10.00), 2004. [www](#)
154. Créditos a pyme en Argentina: racionamiento crediticio en un contexto de oferta ilimitada de dinero, Agustín Filippo, Daniel Kostzer y Diego Schleser, Red de reestructuración y competitividad (LC/L.2136 -P), N° de venta S.04.II.G.65 (US\$10.00), 2004. [www](#)
155. Competitividad del sector agrícola y pobreza rural: el papel del gasto público en América Latina, Mónica Kjölleström, Red de desarrollo agropecuario (LC/L.2137-P), N° de venta S.04.II.G.66 (US\$10.00), 2004. [www](#)
156. A Chilean wine cluster? Governance and upgrading in the phase of internationalization Evert-Jan Visser, Red de reestructuración y competitividad (LC/L.2138-P), N° de venta E.04.II.G.67 (US\$10.00), 2004. [www](#)
157. Áreas económicas locales y mercado de trabajo en Argentina: estudio de tres casos, Ximena Mazorra, Agustín Filippo y Diego Schleser, Red de reestructuración y competitividad (LC/L. 2151-P), N° de venta S.04.II.G.79 (US\$ 10.00), 2004. [www](#)
158. Acuerdos bilaterales de inversión y demandas ante Tribunales Internacionales: la experiencia argentina reciente, Leonardo E. Stanley, Red Inversiones y Estrategias Empresariales (LC/L.2181-P), N° de venta S.04.II.G.108 (US\$10.00), 2004. [www](#)
159. Innovación participativa: experiencias con pequeños productores agrícolas en seis países de América Latina, Marcela Cordoba, Maria Verónica Gottreut, Tito Lopez y Asociados, Alvaro Montes, Liudmila Ortega, y Santiago Perry, Red de Desarrollo Agropecuario (LC/L. 2203-P), N° de venta S.04.II.G.128 (US\$ 10.00), 2004. [www](#)

- 160.** Liberalización comercial agrícola con costos de transporte y transacción elevados: evidencia para América Latina, Mónica Kjöllerstrom, Red de Desarrollo Agropecuario (LC/L.2232-P), N° de venta S.04.II.G.152 (US\$10.00), 2004. [www](#)
- 161.** Macroeconomic policies, sector performance and firm response: the case of Chile's textile goods market, Beverly Carlson, Restructuring and Competitiveness Network, (LC/L.2255-P), Sales No. E.05.II.G.12 (US\$10.00), 2005. [www](#)
- 162.** Informe sobre la industria automotriz mexicana, Michael Mortimore, Faustino Barron, Red de reestructuración y competitividad (LC/L.2304-P), N° de venta S.05.II.G.52 (US\$10.00), 2005. [www](#)
- 163.** El precio del mercado de la tierra desde la perspectiva económica, Raimundo Soto, (LC/L.2355-P), N° de venta S.05.II.G.xxx (US\$10.00), 2005.
- 164.** La importancia de la tecnología de la información y la comunicación para las industrias de recursos naturales, Graciela Moguillansky, (LC/L.2401-P), N° de venta S.05.II.G.148 (US\$10.00), 2005.

- 
- El lector interesado en números anteriores de esta serie puede solicitarlos dirigiendo su correspondencia a la Unidad Inversiones y Estrategias Empresariales de la División Desarrollo Productivo y Empresarial, CEPAL, Casilla 179-D, Santiago, Chile. No todos los títulos están disponibles.
  - Los títulos a la venta deben ser solicitados a la Unidad de Distribución, CEPAL, Casilla 179-D, Santiago de Chile, Fax (562) 210 2069, [publications@eclac.cl](mailto:publications@eclac.cl).
  - [www](#): Disponible también en Internet: <http://www.eclac.cl>.

Nombre: .....

Actividad: .....

Dirección: .....

Código postal, ciudad, país: .....

Tel.: ..... Fax: .....

E-Mail: .....